

ВИГОТОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОКРИСТАЛІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ЕЛЕКТРОІСКРОВИМ МЕТОДОМ

Попсуй В. І., ст. викладач

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
м. Київ, Україна*

При виготовленні дослідних зразків електромагнітокристалічних пристроїв НВЧ діапазону конструктор-технолог стикається з великою кількістю проблем. Це пов'язано з особливостями обробки високочастотного фольгованого діелектрика RO3010 фірми Rogers [1] і високою вартістю спеціалізованого обладнання, що майже унеможливує його придбання. Особливості обробки RO3010 і рекомендації по виготовленню електромагнітокристалічних пристроїв розглянуті в [2]. Для конструктора-технолога існує нагальна потреба мати малогабаритний настільний верстат, що дозволяє обробляти мідний ламінат фольгованого діелектрика з точністю виконання розмірів не більше ± 10 мкм.

Можливим вирішенням проблеми може бути реалізація електроіскрової технології обробки мідного ламінату [3].

Аналіз характеристик сучасних промислових верстатів електроіскрової і електроімпульсної обробки дозволяє зробити наступні висновки:

- а) найвища досяжна точність притаманна саме електроіскровим технологіям (± 2 мкм), досяжна шорсткість – $R_a = 0,16 \dots 0,32$ мкм.
- б) «анод» – заготівля, «катод» – інструмент-електрод (вольфрам, інструментальна сталь та ін.);
- в) тривалість електричних імпульсів – від сотень наносекунд до секунди;
- г) шпаруватість – $5 \dots 10$;
- д) енергія в імпульсі – $2,5 \dots 12$ мкДж;
- ж) амплітуда імпульсів – $20 \dots 50$ В;
- з) необхідно підтримувати сталу відстань між електродом і заготівлею в межах – $10 \dots 40$ мкм.;
- к) механізм руйнування – переважно випаровуванням;

Пропонується використання верстату з наступними особливостями:

- а) замість системи стабілізації відстані (зазору) між електродом і заготівлею поєднати ультразвукову і електроіскрову технології (призначення ультразвукових коливань – створення умов для стабільного іскроутворення та інтенсивне видалення продуктів електроерозії поза межі робочого зазору);
- б) джерело живлення виконати по схемі зворотно-ходового перетворювача з трансформаторним виходом (амплітуда імпульсу – 60 В; тривалість імпульсу – 0,7 мкс.; тривалість паузи – 750 мкс.);
- в) використати ультразвуковий п'єзоперетворювач (УП) з потужністю – 40 Вт.

Структура верстату наведена на рисунку 1



Рисунок 1 – Структурна схема малогабаритного ультразвукового верстату з ультразвуковим п'єзоперетворювачем



Рисунок 2 – Фотографія малогабаритний електроіскровий верстат з ультразвуковим п'єзоперетворювачем.

Блоки живлення, генератор, мікроскоп на фото не показані

За наведеною схемою був реалізований малогабаритний настільний верстат, фото якого наведене на рисунку 2. «Катодом» слугує інструмент-електрод ультразвукового п'єзоперетворювача, «анодом - заготівля». Мікромметр дозволяє контролювати глибину створюваних отворів або пазів без урахування зносу електрода. Верстат може бути доукомплектований оптичним мікроскопом для точного позиціонування заготівлі відносно електроду. У межах ± 2

мм може також переміщуватись УП у горизонтальній площині. У вертикальній площині передбачене грубе переміщення з фіксацією і незалежне плавне переміщення за допомогою мікрометричного гвинта. На рисунку 2 не показана конструкція фіксаторів заготівлі. Інструмент-електрод вольфрамовий. Без напруги живлення іскри верстат може використовуватись як ультразвуковий.

Експериментальні дослідження показали, що тривалості імпульсу 0,7 мкс. цілком достатньо для утворення надійної іскри. Діаметр лунки від одиничного розряду при максимальній потужності – до 15 мкм. на міді. При вказаній полярності електродів, без включення УП, іскра не стабільна. Переміщення УП мікрометричним гвинтом відносно заготівлі забезпечує керування при роботі з ультразвуком

(за відсутності ультразвукових коливань важко витримувати необхідний зазор між електродом і заготівлею). Діелектричною рідиною слугувала дистильована або водопровідна вода. Візуально краплини непроточної води в зоні дії іскри забруднюються продуктами ерозії на першій секунді роботи.

Мідь частково переноситься на вольфрамовий електрод. Потужність п'єзоперетворювача можна зменшити у 2...3 рази без погіршення іскроутворення. Поздовжні коливання електроду сприяють вищій точності обробки, натомість поперечні коливання її знижують. Жорсткості верстату з масою 8 кг достатньо для виготовлення зразків з точністю $\pm 12...15$ мкм. Є сподівання, що більш ретельний вибір режимів обробки дозволить отримати і вищу точність. Електродом з площею робочої поверхні 2 мм^2 мідний ламінат завтовшки 35 мкм прошивається за 600 с. Ізольовані цяточки міді, що подекуди залишаються невидаленими на поверхні діелектрика, легко видаляються при освітленні в розчині хлорного заліза або іншого травника міді. Відсутня деформація поверхневого шару заготівлі. Електроди, що мають в перетині розміри більше $0,5 \times 0,1 \text{ мм}^2$ обов'язково потрібно розташовувати паралельно поверхні заготівлі. Пришліфувати поверхню електроду можна безпосередньо на верстаті. При використанні латунного електроду на вказаних режимах обробки наявна його значна бокова ерозія.

Запропонований верстат може стати в нагоді конструктору-технологу при виготовленні обмежених партій електромагнітокристалічних пристроїв НВЧ діапазону.

Перелік посилань

1. RO3000 Series Circuit Materials Режим доступу: <https://www.rogerscorp.com/documents/722/acs/RO3000-Laminate-Data-Sheet-RO300> – Назва з екрану.
2. Попсуй В. І Особливості технології виготовлення електромагнітокристалічних пристроїв / В.І. Попсуй // Міжнародна науково-технічна конференція РАДІОТЕХНІЧНІ ПОЛЯ, СИГНАЛИ, АПАРАТИ ТА СИСТЕМИ Матеріали конференції 14 – 20 березня 2016 Київ, Україна
3. <https://refdb.ru/look/2487273.html/acs/> Библиотека станочника – Назва з екрану

Анотація

Проаналізовано можливість виготовлення лінійних елементів топології електромагнітокристалічних пристроїв електроіскровим методом. Запропоновано розмірна обробка електроіскровим методом з ультразвуковим п'єзоперетворювачем. Наведені результати розмірної обробки на малогабаритному електроіскровому верстаті з ультразвуковим п'єзоперетворювачем.

Ключові слова: RO3010, електроіскрова обробка, точна обробка, ультразвук.

Аннотация

Проанализирована возможность изготовления линейных элементов топологии электромагнитнокристаллических устройств электроискровым методом. Предложена размерная обработка электроискровым методом с ультразвуковым преобразователем. Приведены результаты размерной обработки на малогабаритном электроискровом станке с ультразвуковым преобразователем.

Ключевые слова: RO3010, электроискровая обработка, точная обработка, ультразвук.

Abstract

The reason of manufacturing of the linear topology elements for electromagnetic crystals devices is analyzed. The electric-dimensional processing method with an ultrasonic transducer is proposed. The results of the sizing on small-sized electric spark machine with an ultrasonic transducer are shown.

Keywords: RO3010, electric-spark machining, precision machine, ultrasound.